

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-29944

(43)公開日 平成7年(1995)1月31日

(51)Int.Cl.

H 01 L 21/607
21/60

識別記号 庁内整理番号

C 6918-4M
301 G 6918-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願平5-168928

(22)出願日

平成5年(1993)7月8日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 桜永 和人

熊本県菊池郡西合志町御代志997 三菱電

機株式会社熊本製作所内

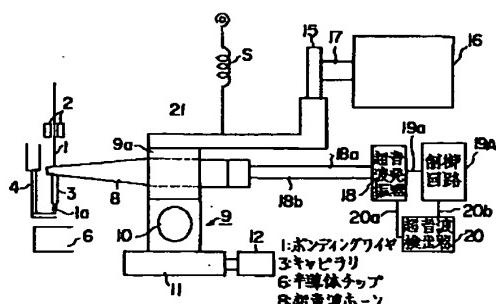
(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 ワイヤボンダ装置及びそのベースボンドレベル検出方法

(57)【要約】

【目的】 半導体チップ表面に形成された電極パッド、及びリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に対するボンディングワイヤの接触及び離脱を機械的な手段を用いずに常に安定して検知することを目的とする。

【構成】 半導体チップ6表面に形成された電極パッドと、リードフレームのインナーリードとの間をボンディングワイヤ1で結線する際、結線部に対して移動してボンディングワイヤを結線部分に圧着するキャビラリ3と、キャビラリ3に対して常時微弱な超音波振動を与える超音波発振器18と、キャビラリ3が結線部に接触した時に減衰する超音波を検出する超音波検出回路20と、減衰検出時にキャビラリ3による圧着動作を指示する制御回路19Aとを備えている。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体チップ表面に形成された電極パッドと、リードフレームのインナーリードとの間を金属細線で結線するワイヤボンダ装置において、結線部に対して移動し前記金属細線を前記結線部に圧着する圧着手段と、この圧着手段に対して常時微弱な超音波振動を与える超音波振動手段と、前記圧着手段が前記結線部に接触した時に減衰する前記超音波を検出する減衰検出手段と、減衰検出時に前記圧着手段による圧着動作を指示する圧着指示手段とを備えたことを特徴とするワイヤボンダ装置。

【請求項2】 電動機の駆動により半導体チップ表面の電極パッドとリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に基準位置より移動し、金属細線を圧着する圧着手段に常時微弱の超音波振動を与え、前記圧着手段が前記金属細線結線部に接触して超音波振動が減衰した瞬間ににおける前記電動機の回転位置より、前記基準位置より前記金属細線結線部分までの距離（ベースボンドレベル）を検出することを特徴とするベースボンドレベル検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、半導体組み立てに使用するワイヤボンダ装置、およびキャビラリ等の圧着ツールと圧着部との距離であるベースボンドレベルを検出するベースボンドレベル検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図4は従来のワイヤボンダ装置の全体を示す構成図である。図において、1はダイバド5上に載置された半導体チップ6の電極パッドと基板電極のインナーリード7との間を結線する金線或いはアルミ線から成るボンディングワイヤ、2はボンディングワイヤ1を供給したり切断したりするためのクランプ、3はクランプ2によって供給されたボンディングワイヤ1を細孔（図示しない）を通して電極パッド或いはインナーリード7に導くキャビラリ、4はキャビラリ3の先端に導き出されたボンディングワイヤ1の先端を放電して溶融し、ボール1aを形成する電気トーチである。

【0003】8は超音波ホーンであり、この超音波ホーン8は先端に固定したキャビラリ3に超音波振動を与える。9はホーンホルダであり、このホーンホルダ9は超音波ホーン8を支持する支持部9aを、支軸10を中心にして上下方向へ摆動可能にX-Yテーブル11上に載置している。12はX-Yテーブル11をX-Y（左右、前後）方向に移動させるサーボモータである。

【0004】13はホーンホルダ9の支持部9aの頂部に固定され、常時スプリングSによって上部に引き上げられている接点A、14は接点A13と対を成す接点B、15はサーボモータ16の主軸17に取り付けられた偏心カムであり、この偏心カム15は接点B14と回

転しながら係合し、接点B14を接点A13に対して接觸、離脱を繰り返させる。

【0005】18は超音波ホーン8に信号線18a、18bを介して超音波発振用の高周波信号を出力する超音波発振器、19は制御回路であり、この制御回路19は信号線13a、14aを介して接点A13、接点B14の接触状態、離脱状態を検知すると信号線19aを介して発振制御信号を超音波発振器18へ出力すると共に、駆動信号を図示しない信号線を介してサーボモータ1

10 2、16或いは電気トーチ4等に出力する。

【0006】図5(a)は図4のA部の拡大図でありキャビラリ3の細孔3aを通して半導体チップ6側に導き出されたボンディングワイヤ1の先端を電気トーチ4で放電し、ボール1aを形成させた状態を示す。同図(b)はアルミニウム線のボンディングワイヤ1の先端を電極パッドに直接圧着するネールヘッドボンディング用のトゥエルエッジ先端の拡大図である。

【0007】図6のクランプ2の拡大図である。図において、2aは電磁コイル、2bは電磁コイル2aに励磁

20 電流が流れると電磁コイル2aに吸引される左右一対の鉄片、2cは各鉄片2bの内側の対向して接着され、鉄片2bの吸引と共にボンディングワイヤ1を挟持する挟持部である。動作としては、電極パッド及びインナーリード7に対してボンディングワイヤ1を圧着するまでは電磁コイル2aは励磁されないため、ボンディングワイヤ1は挟持部2c間を自由に通過できる。そして、ボンディングワイヤ1がインナーリード7に圧着されて切断される時点まで電磁コイル2aを励磁して挟持部2cでボンディングワイヤ1を挟持する。この時、キャビラリ3は上方に移動し、且つ平面方向に移動することでボンディングワイヤ1は圧着部より切断される。

【0008】次に、図4に示した従来装置の動作について説明する。まず、ボンディングワイヤ1はクランプ2を通してキャビラリ3の細孔3aより送り出される。その時、キャビラリ3の先端より外部に導き出されたボンディングワイヤ1の先端は電気トーチ4により放電され、その先端にボール1aが形成されている。

【0009】そして、このボール1aを半導体チップ6の電極パッドに圧着するために、サーボモータ13を所定角度回転させて主軸17に取り付けた偏心カム15と接点B14との係合の度合いを深めることで接点B14を上方に押し上げる。その結果、今までバネ13aの張力に抗して接点B14で押圧されていた接点A13の後部は接点B14と接触しながらバネ13aによって上方に引き上げられる。

【0010】接点A13は支軸10を中心に回転する支持部9aの頂部に固定されているため、接点A13の後方が引き上げられると、ホーンホルダ9の支持部9aに支持された超音波ホーン8の先端はシーソ方式でキャビラリ3と共に下方に移動して行く。そして、最終的にキ

キャビラリ3の先端に導出されたポンディングワイヤ1の先端のポール1aは電極パッドに押し付けられキャビラリ3の降下は停止する。この時、偏心カム11は接点B12と係合を深めながら回転し続けているため接点B12は更に押し上げられる。だが、キャビラリ3の移動が停止すると接点A13の後部はそれ以上引き上げられることなく接点B14より離脱する。

【0011】制御回路19は信号線13a, 14aを通して各接点13, 14の離脱を検知すると、例えば数10m秒後に信号線19aを通して超音波発振器18へ発振制御信号を出力する。そして、超音波発振器18は高周波信号を信号線18a, 18bを通して超音波ホーン8へ出力すると、超音波振動はキャビラリ3に伝わる。この結果、キャビラリ3は超音波振動をポール1aに与えながら電極パッドに圧着する。

【0012】ポール1aが電極パッドに圧着されたならば、サーボモータ16の回転により、例えば0. 数秒の後に偏心カム15と接点B14とを係合させキャビラリ3を引き上げる。この時、制御回路19はサーボモータ12を駆動制御してX-Yテーブル11を後退させ、キャビラリ3をポンディングワイヤ1と共に基板電極のインナーリード7の上方に移動させる。そして、再び偏心カム15の回転に伴ってキャビラリ3をインナーリード7に押し付けてポンディングワイヤ1を圧着する。

【0013】ポンディングワイヤ1を圧着した後は、ポンディングワイヤ1をクランバ2によって挟持しながらキャビラリ3を引き上げポンディングワイヤ1をインナーリード7の圧着部で切断する。そして、キャビラリ3先端に出ていたポンディングワイヤ1を電気トーチ4で放電してポール1aを形成する。このような動作を繰り返しながら電極パッドとインナーリード7間のワイヤポンディングを行う。

【0014】尚、キャビラリ3の先端を電極パッドに接触させたり離脱させる際、及びキャビラリ3の先端をインナーリードに接触させたり離脱させる際のサーボモータ16の駆動速度は、予めキャビラリ3の先端と電極パッド間の距離、及びキャビラリ3の先端とインナーリード7間の距離、即ちベースボンドレベルに基づいて決める。

【0015】そして、このベースボンドレベルは以下のようにして測定する。まず、キャビラリ3の先端を所定位置に停止させた時のサーボモータ16の駆動原点（回転角度）を0パルス数に初期設定した後、サーボモータ16を回転させて接点A13と接点B14とが離脱するまでの回転角度に応じたパルス数を計測することで決める。ベースボンドレベルは、半導体装置毎に異なるためワイヤポンディング前に計測する必要がある。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従来のワイヤポンダ装置は以上のように構成されているので、例えば接点A13の接触面が摩耗したり汚れ等が付着していると接触子

の離脱時、或は接触時にチャタリング等が発生して離脱状態或いは接触状態が安定するまでに時間を要した。このため、離脱した瞬間をもとにベースボンドレベルを計測しようとした場合、離脱時間にバラつきが発生してベースボンドレベル計測値に狂いが生じ、正規のベースボンドレベルに応じたサーボモータ16の駆動制御が行なえないといった問題点があった。

【0017】更に、ワイヤポンディング時であると。例えば離脱時にチャタリングが発生すると図7に示すように正常時であれば離脱を検知してからT1秒経過した時点で超音波振動31をキャビラリ3に与えるところを、離脱検知が遅れてT2経過した時点で超音波振動31Aをキャビラリ3に与えると、超音波振動を与える時点とポンディングワイヤ1を基板電極のインナーリード7に引き寄せる時点とが接近してしまうことがある。

【0018】その結果、ポンディングワイヤ1のポール1aが十分に電極パッドに圧着されないままにインナーリード7に引き寄せられ、電極パッドとの接合部に強度不足が発生したり、図8に示すように半導体チップ6の電極パッドとインナーリード7間を結線するポンディングワイヤ7のループ形状にバラつきが生じるなど半導体素子の品質を下げる等の問題点があった。

【0019】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、半導体チップ表面に形成された電極パッド、及びリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に対するポンディングワイヤの接触及び離脱を機械的な手段を用いて常に安定して検知することができるワイヤポンダ装置を得ことと、更に離脱検出結果を基に正確なベースボンドレベルを検出することができるベースボンドレベル検出方法を得ることを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係るワイヤポンダ装置は、半導体チップ表面に形成された電極パッドと、リードフレームのインナーリードとの間を金属細線で結線する際、結線部に対して移動して前記金属細線を前記結線部分に圧着する圧着手段と、この圧着手段に対して常時微弱な超音波振動を与える超音波振動手段と、前記圧着手段が前記結線部に接触した時に減衰する前記超音波を検出する減衰検出手段と、減衰検出時に前記圧着手段による圧着動作を指示する圧着指示手段とを備えたものである。

【0021】請求項2の発明に係るベースボンドレベル検出方法は、電動機の駆動により半導体チップ表面の電極パッド或いはリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に、基準位置より移動し金属細線を圧着する圧着手段に常時微弱の超音波振動を与え、前記圧着手段が前記金属細線結線部に接触して超音波振動が減衰した瞬間ににおける前記電動機の回転位置より、前記基準位置から前記金属細線結線部までの距離（ベースボンドレベ

ル)を検出することを特徴とするベースボンドレベル検出方法。

【0022】

【作用】請求項1の発明におけるワイヤボンダ装置は、超音波振動手段により微弱の超音波振動を圧着手段に常時与えておき、超音波振動が減衰したことを減衰検出手段にて検出した時に、圧着手段が半導体チップ表面の電極パッド或いはリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に接触したと判断して圧着動作に移るようしたため、圧着タイミングを安定化できる。

【0023】請求項2の発明におけるベースボンドレベル検出方法は、微弱超音波振動を与えた圧着手段を電動機の駆動により半導体チップ表面の電極パッド或いはリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に降下させ、最終的に圧着手段が金属細線結線部に接触して微弱超音波振動が減衰した時の電動機の回転位置を降下距離に変換してベースボンドレベルとすることで、正確なベースボンドレベルを検出することができる。

【0024】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例によるワイヤボンダ装置を図について説明する。図1は本実施例によるワイヤボンダ装置の構成図である。尚、図中、図4と同一符号は同一または相当部分を示す。図において、19Aは本実施例における圧着指示手段としての制御回路であり、この制御回路19Aは従来技術の制御回路19の動作に加えてワイヤボンディング時にキャビラリ(圧着手段)3に与える例えば1W~2Wの超音波以外に常に、例えば0.001~0.05Wの微弱な超音波をキャビラリ3に与えるように超音波発振器18を制御する。

【0025】20は減衰検出手段としての超音波検出器であり、この超音波検出器20はキャビラリ3に与えられている微弱超音波振動を超音波発振器18から信号線20aを通して出力された高周波信号を基に検出するとともに、微弱超音波減衰時に制御回路19Aに対して正規の超音波発振を指示する発信制御信号を信号線19aに出力する。21は連結棒であり、一端はホーンホルダ9の支持部9aの頂部に固定され、他端は偏心カム15と係合し合いながら上下移動する。尚、連結棒21はバネ13aによって張力を受けている。また、超音波ホーン8及び超音波発振器18は超音波振動手段を構成する。

【0026】図2は超音波検出器20の内部構成を示す回路図である。図において、200は超音波発振器18から出力された微弱超音波発振用の高周波信号を電圧変換し、例えば70.0mV程度に増幅する演算増幅器であり、この演算増幅器200は第1の入力端子と出力端子間に帰還抵抗R1が接続されると共に第1の入力端子は第1の入力抵抗R2によって接地され、更に第2の入力

端子には第2の入力抵抗R3を通して超音波発振器18より高周波信号が入力される。VR1は演算増幅器200のオフセット調整用の可変抵抗である。

【0027】Dは演算増幅器200の出力端子にアノードが接続されて増幅出力された高周波信号を整流するダイオード、CはダイオードDのカソードとアース間に接続されて整流出力を平滑するコンデンサである。201は演算増幅器より構成される比較器であり、この比較器201の第1の入力端子には一端にプラス電圧+Vが印

10 加され他端が接地された基準電圧設定器としての可変抵抗VR2の摺動端子が接続されている。そして、可変抵抗VR2は第1の入力端子に例えば180mV~190mV程度の基準電圧を設定する

【0028】また第2の入力端子はダイオードDとコンデンサCの接続点に接続されて平滑化された高周波信号が入力される。更に出力端子は信号線201aを介して制御回路19Aに接続されている。比較器201は第2の入力端子に入力される超音波信号のレベルが、第1の入力端子に設定された基準電圧以下に低下すると、例え

20 ば論理1の信号を信号線201aを介して制御回路19Aへ出力する。

【0029】次に、本実施例の動作を図3を参照して説明する。超音波ホーン8には常に微弱な超音波発振用の高周波信号が超音波発振器18より入力されているため、超音波ホーン8の先端に取り付けられたキャビラリ3には常に微弱超音波振動31Bが与えられている。このような状態において、偏心カム15が連結棒21の他端と係合するとホーンホルダ9の動きは固定されるため、キャビラリ3は電極パッドと接触することなく規定

30 の位置に停止する。

【0030】この時、超音波検出器20は超音波発振器18より信号線20aを通して入力した高周波信号を演算増幅器200で増幅した後に、ダイオードD及びコンデンサCで整流して平滑する。そして、平滑した高周波信号の電圧レベルは可変抵抗VR2で設定した基準電圧と比較器201で比較され、高周波信号レベルが基準電圧レベル以上の場合には論理0の信号を信号線201aを通して制御回路19Aへ出力する。この結果、制御回路19Aはワイヤボンディング時期でないことを判断し、超音波発振器16へワイヤボンディング用の超音波発振31を指示しない。

【0031】次に、偏心カム15が更に回転を続け連結棒21との係合が徐々に解除され、連結棒21がバネSによって引き上げられるとホーンホルダ9の支持部9aは支軸を中心に下方に回転し、キャビラリ3は降下して電極パッドと接触する。この時、キャビラリ3は微弱超音波振動31Bを受けているため電極パッドに接触すると、微弱超音波振動31Bは電極パッドに吸収されて減衰し、それに伴って超音波発振器18より出力されていて50 た高周波信号も減衰する。

【0032】この時、超音波検出器20は超音波発振器18より入力した高周波信号を演算増幅器200で増幅した後に平滑して可変抵抗VR2で設定した基準電圧と比較器201で比較し、高周波信号レベルが基準電圧レベル以下に減衰した場合には論理1の信号を信号線201aを通して制御回路19Aへ出力する。この結果、制御回路19Aはワイヤボンディング時にきたことを判断し、T1時間後に超音波発振器18に対しワイヤボンディング用の超音波発振を指示する。

【0033】そして、既定時間だけワイヤボンディング用の超音波振動31をキャビラリ3に与えながらボンディングワイヤ1の先端に形成されたポール1aを電極パッドに圧着する。圧着後はボンディングワイヤ1を基板電極のインナーリード7間にループを形成しながら引き寄せるために、偏心カム15の作用によってキャビラリ3を引き上げながら、X-Yテーブル11をサーボモータ12によってインナーリード7側に引き寄せる。この時、キャビラリ3は微弱超音波振動31Bを再開する。そして、引き寄せた時点で偏心カム15の作用によってキャビラリ3をボンディングワイヤ1と共にインナーリード7に圧着する。

【0034】ボンディングワイヤ1を圧着した後は、ボンディングワイヤ1をクランバ2によって挟持しながらキャビラリ3を引き上げながらボンディングワイヤ1をインナーリード7の圧着部で切断する。そして、キャビラリ3先端に出ているボンディングワイヤ1を電気トーチ4で放電してポール1aを形成する。このような動作を繰り返しながら電極パッドとインナーリード7間のワイヤボンディングを行う。

【0035】実施例2. 尚、従来装置ではベースボンドレベルを、接点A13と接点B14とが離脱するまでのサーボモータ16の回転角度に応じたパルス数を計測して決めたが、本実施例では、キャビラリ2が所定位置から下がって電極パッド或いはインナーリード7と接触し、微弱超音波振動31Bが所定値まで減衰する瞬間間までの降下距離を基にベースボンドレベルを検出する。そして、このベースボンドレベルを基にサーボモータ12、16の速度制御タイミングをワイヤボンディングに先立って決める。

【0036】ベースボンドレベルを決める距離はキャビラリ3を所定位置に停止させた時のサーボモータ16の駆動原点(回転角度)を0パルス数とし、この駆動原点よりサーボモータ16を回転させ、キャビラリ3が電極パッド或いはインナーリード7に接触して微弱超音波振動31Bが減衰するまでの回転角度に応じたパルス数を計測して決める。

【0037】実施例3. 尚、上記実施例2ではワイヤボンディングに先立って1度だけベースボンドレベルを検出したが、ワイヤボンディング時にも必要に応じてベースボンドレベルを検出し、このベースボンドレベル検出值

とベースボンドレベル初期値を比較するよにしても良い。このように比較することで、例えば電極パッド或いはインナーリードの高さの変化を検知した場合に超音波発振タイミング、ボンディングワイヤ加圧タイミング、ボンディングワイヤクランプタイミング、或いは電気トーチの放電タイミングを補正することでワイヤボンディングのバラつきを吸収することができる。

【0038】

【発明の効果】請求項1の発明によるワイヤボンダ装置10は、半導体チップ表面に形成された電極パッドと、リードフレームのインナーリードとの間を金属細線で結線する際に、結線部に対して移動して前記金属細線を前記結線部に圧着する圧着手段と、この圧着手段に対して常時微弱な超音波振動を与える超音波振動手段と、前記圧着手段が前記結線部分に接触した時に減衰する前記超音波を検出する減衰検出手段と、減衰検出時に前記圧着手段に圧着動作を指示する圧着指示手段とを備え、微弱超音波振動の減衰検出時に、圧着手段が半導体チップ表面の電極パッド或いはリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に接触したと判断して圧着動作に移るよう20にしたため圧着タイミングを安定化させることができるという効果がある。

【0039】請求項2の発明によるベースボンドレベル検出方法は、電動機の駆動により半導体チップ表面の電極パッドとリードフレームのインナーリードの金属細線結線部に、基準位置より移動して前記金属細線結線部を圧着する圧着手段に常時微弱の超音波振動を与え、前記圧着手段が前記金属細線結線部に接触して超音波振動が減衰した瞬間ににおける前記電動機の回転位置より、前記

30基準位置から前記金属細線結線部までの距離を検出するようにしたので、最終的に圧着手段が金属細線結線部に接触して微弱超音波振動が減衰した時の電動機の回転位置を、圧着手段の降下距離に変換してベースボンドレベルにすれば、正確なベースボンドレベルを検出することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例によるワイヤボンディング装置の構成図である。

【図2】本実施例による超音波検出回路の構成を示す回路図である。

【図3】本実施例の動作を説明する超音波信号の波形図である。

【図4】従来のワイヤボンダ装置の構成図である。

【図5】キャビラリ先端の拡大図である。

【図6】一般的なクランバの拡大図である。

【図7】従来装置の問題点を説明するための超音波信号の波形図である。

【図8】従来装置の問題点を説明するためのボンディングワイヤのループ形状を示す図である。

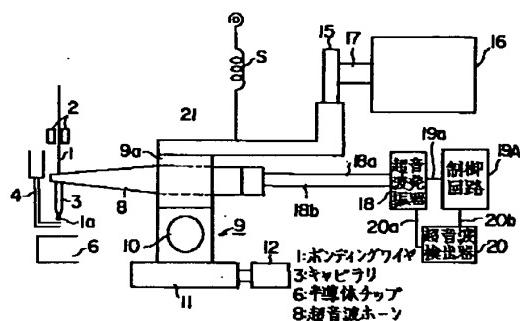
50 【符号の説明】

9

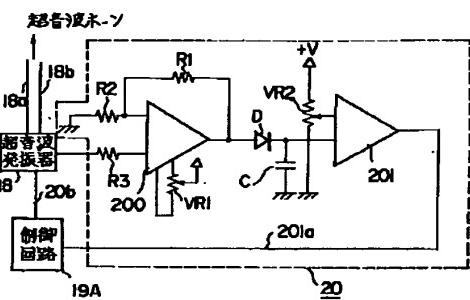
10

- | | |
|-------------|------------|
| 1 ボンディングワイヤ | 8 超音波ホーン |
| 3 キャビラリ | 18 超音波発振器 |
| 6 半導体チップ | 19A 制御回路 |
| 7 インナーリード | 20 超音波検出回路 |

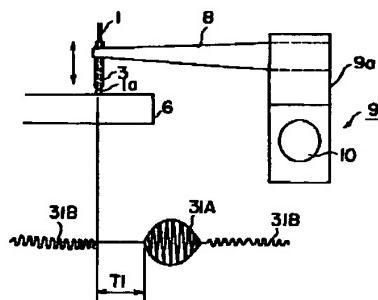
【図1】



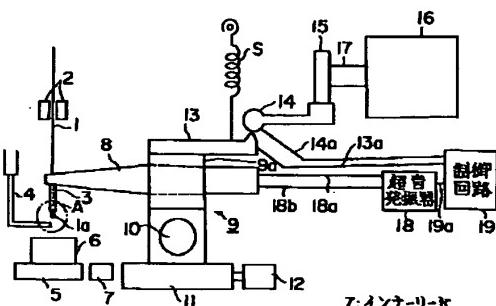
【図2】



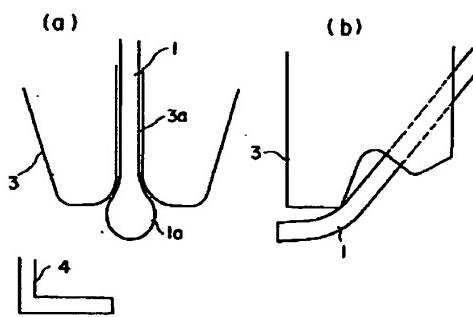
【図3】



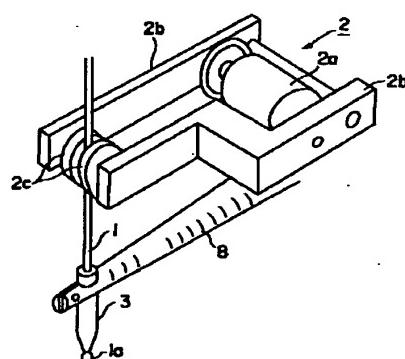
【図4】



【図5】



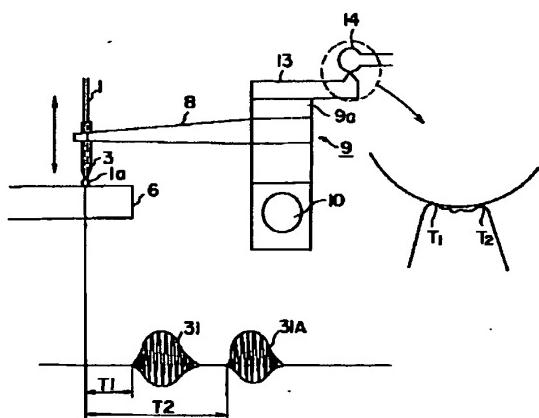
【図6】



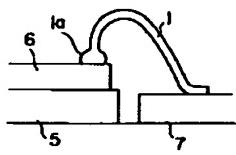
(7)

特開平7-29944

【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成6年7月15日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図7】

